

# Potential von Laubholz im Tragwerksbau

Thomas Ehrhart

Schnetzer Puskas Ingenieure AG  
Basel | Bern | Zürich | Berlin

Empa Technology Briefing - Laubholz im Tragwerksbau | 5. Juli 2023

## Trend 1 – Veränderung der Baumarten in den heimischen Wäldern



## Trend 2 – Holz erobert die Städte und moderne Architektur



## Zwei Trends – Eine grosse Chance

Mischwälder mit steigendem Laubholzanteil & rückläufigem Fichtenbestand



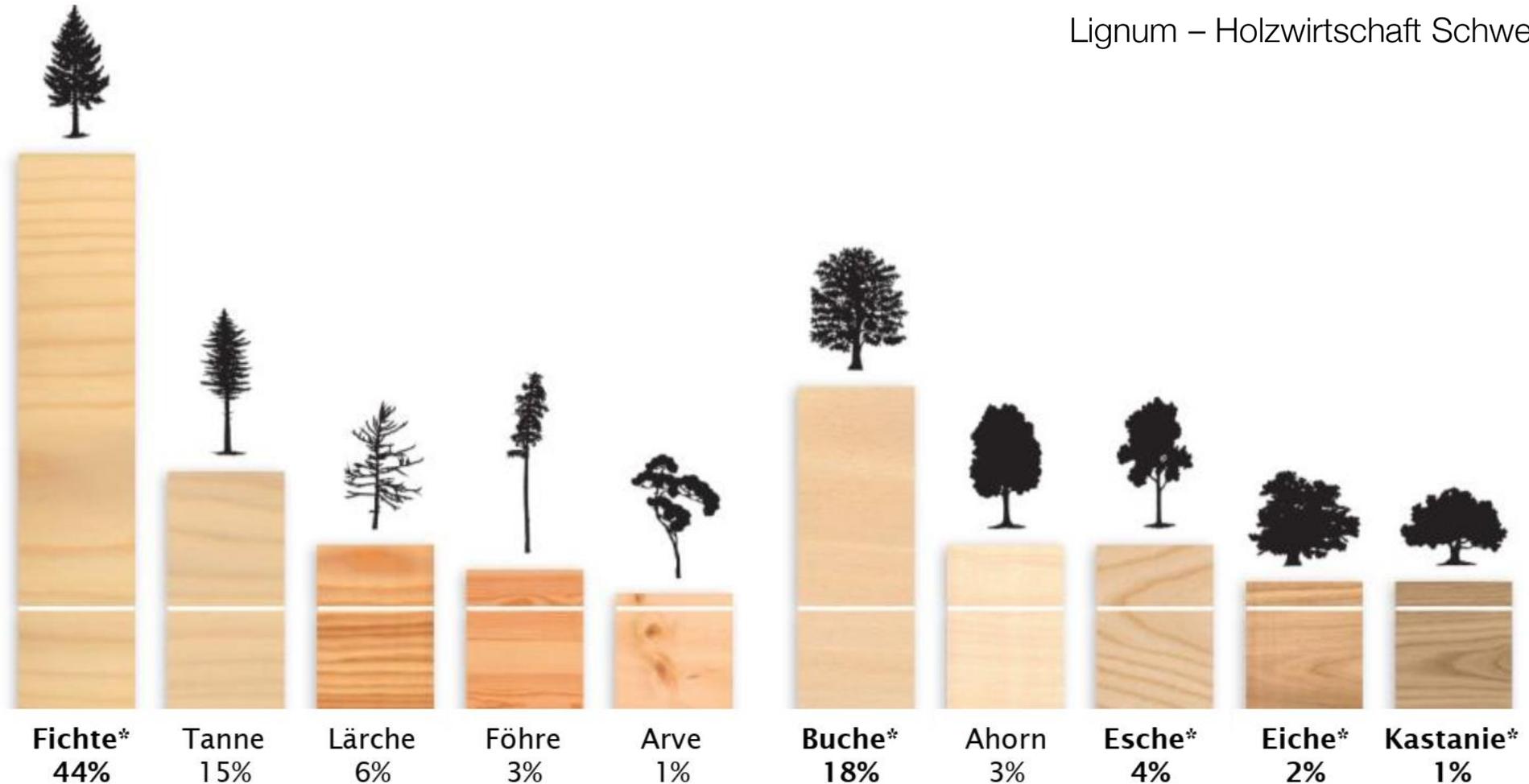
Stetig steigendes Interesse am Baustoff Holz & höhere Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften



...welches Potential bietet Laubholz im Tragwerksbau?

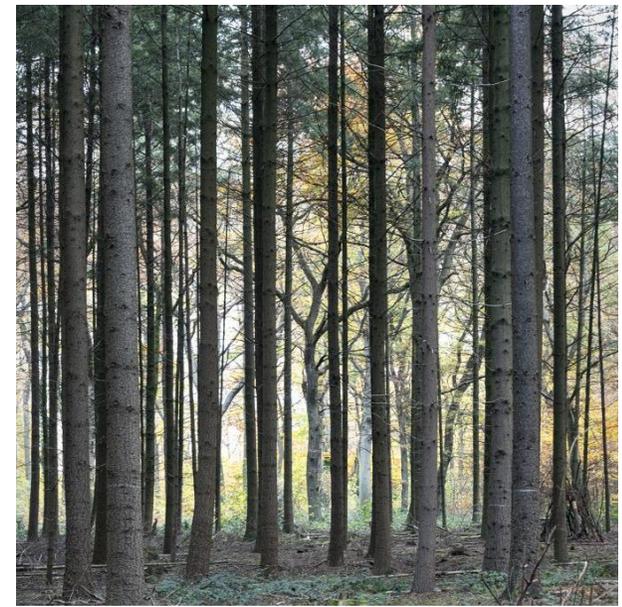
## Die wichtigsten Laubholzarten in der Schweiz (Sicht Holzbau)

Lignum – Holzwirtschaft Schweiz

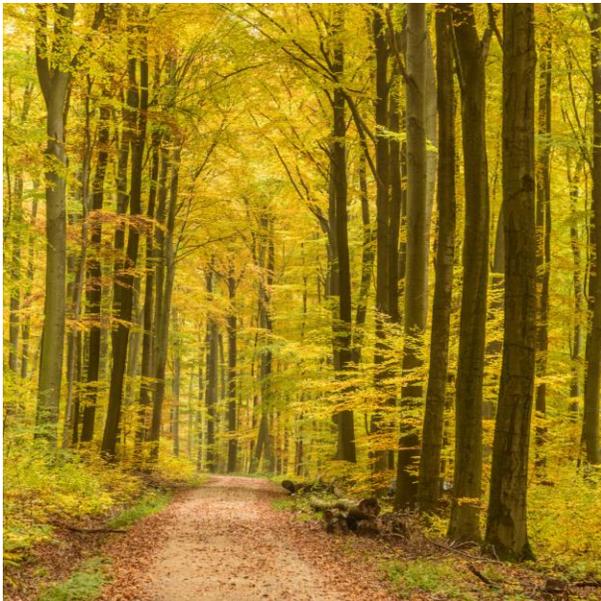


## Die wichtigsten Laubholzarten in der Schweiz (Sicht Holzbau)

### Baum



**Fichte**



**Buche**



**Esche**



**Eiche**



**Edelkastanie**

Die wichtigsten Laubholzarten in der Schweiz (Sicht Holzbau)

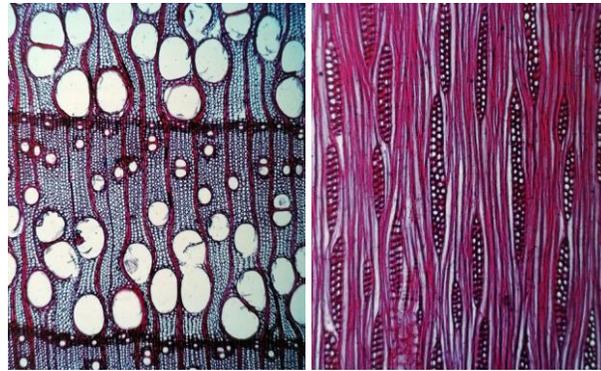
## Holz



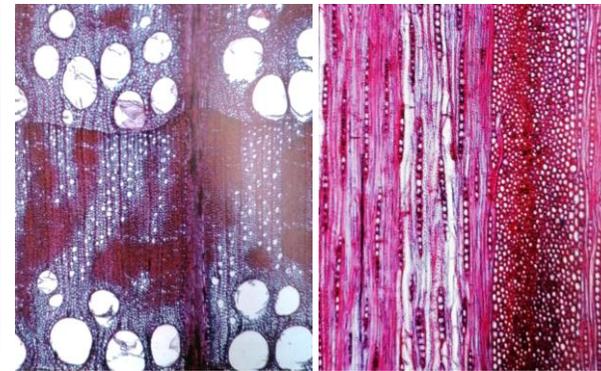
Fichte



Buche



Esche



Eiche



Edelkastanie

Die mechanischen Eigenschaften von BSH aus Buche und Esche  
(im Vergleich zum Nadelholz GL28h)

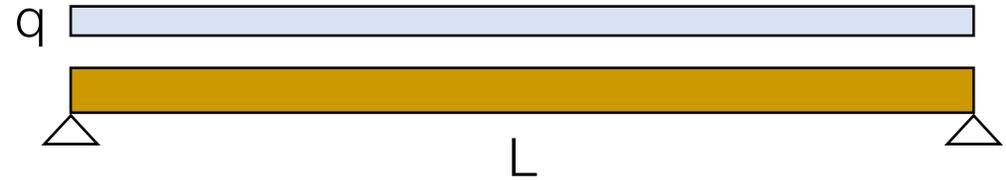
**SIA 265**

Lignatec Laubholz			Fichte		Buche		Esche	
			GL28h		BU-GL48h		ES-GL48h	
			N/mm2	%	N/mm2	%	N/mm2	%
Fest.	Biegung	$f_{m,d}$	18.7	100	32.0	171	32.0	171
	Zug par.	$f_{t,0,d}$	14.9	100	25.0	168	25.0	168
	Druck par.	$f_{c,0,d}$	18.7	100	32.0	171	30.7	164
	Zug quer	$f_{t,90,d}$	0.2	100	0.3	200	0.3	200
	Druck quer	$f_{c,90,d}$	2.0	100	5.0	250	5.0	250
	Schub	$f_{v,d}$	1.8	100	3.2	178	3.2	178
Steif.	E-Modul par.	$E_{0,mean}$	12600	100	15400	122	15000	119
	E-Modul quer	$E_{90,mean}$	300	100	1100	367	1000	333
	Schubmodul	$G_{mean}$	650	100	1100	169	1000	154



... Einsatz mit **kleinem** Vorteil von Laubholzprodukten  
(aktuell & aus statischer Sicht)

## Einfeldträger



### GZT / Biegespannungen

$$\sigma_m = \frac{M}{W} \rightarrow f_{m,d} \cdot h^2 \geq \frac{6 \cdot M}{b}$$

GZT		GL28h	BU-GL48h
$f_{m,d}$	N/mm <sup>2</sup>	18.7	32
	%	100	171
h	mm	600	458
	%	100	76

### GZG / Durchbiegung

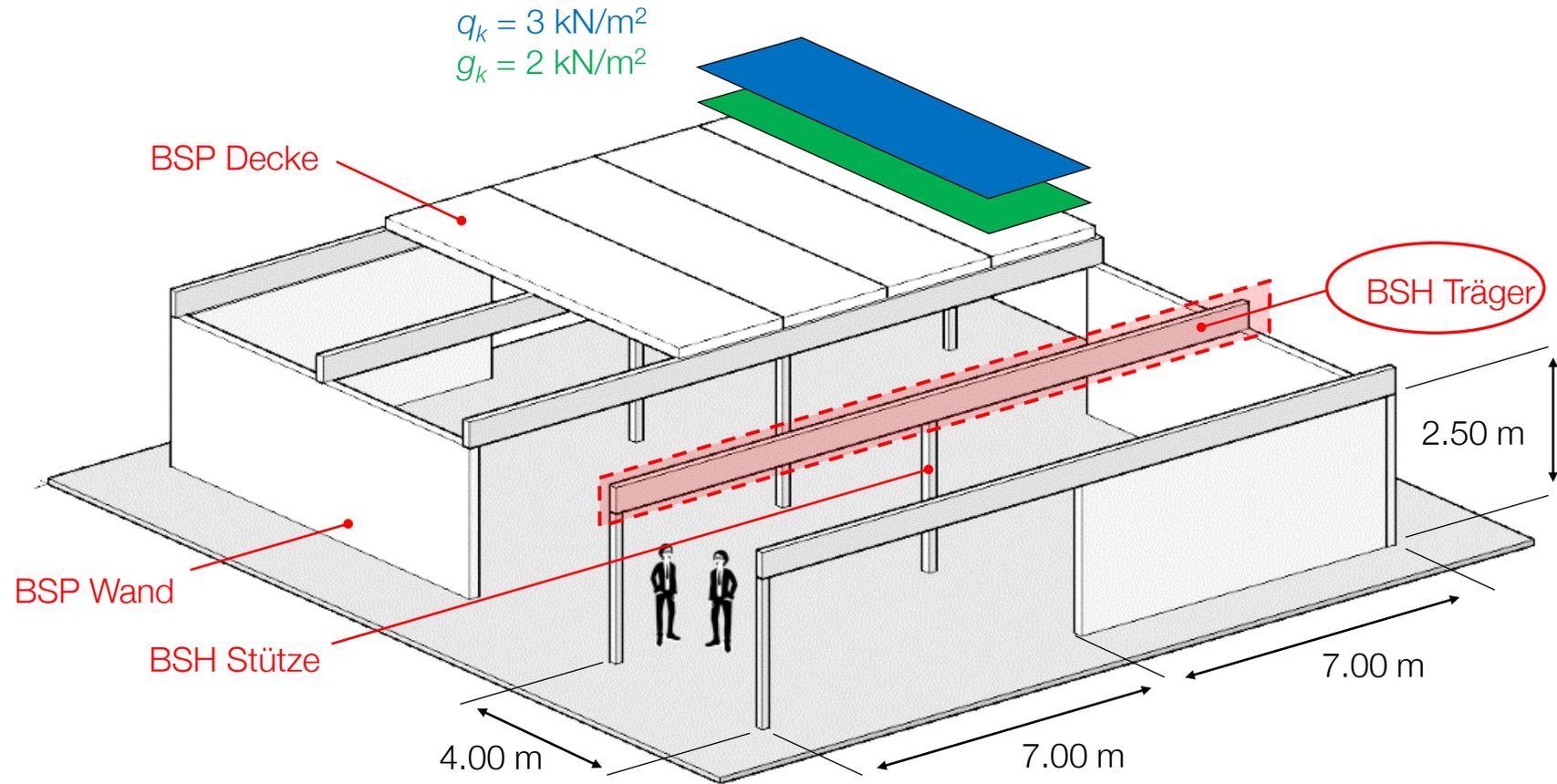
$$w = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{EI} \rightarrow E_{0,mean} \cdot h^3 \geq X \cdot \frac{q \cdot L^3}{b}$$

GZG		GL28h	BU-GL48h
$E_{0,mean}$	N/mm <sup>2</sup>	12600	15400
	%	100	122
h	mm	600	562
	%	100	94

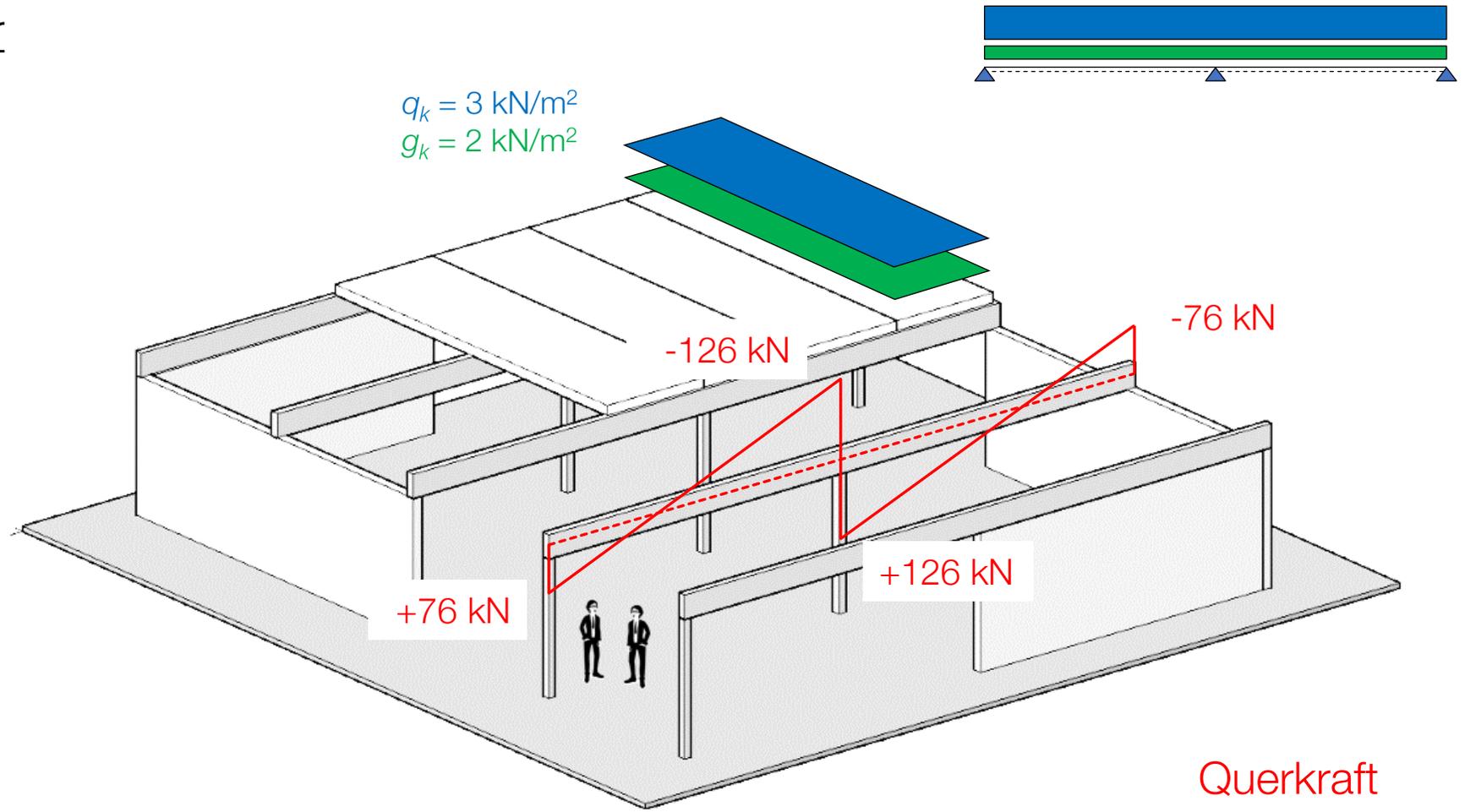


... Einsatz mit **grossem** Vorteil von Laubholzprodukten  
(ausgewählte Beispiele)

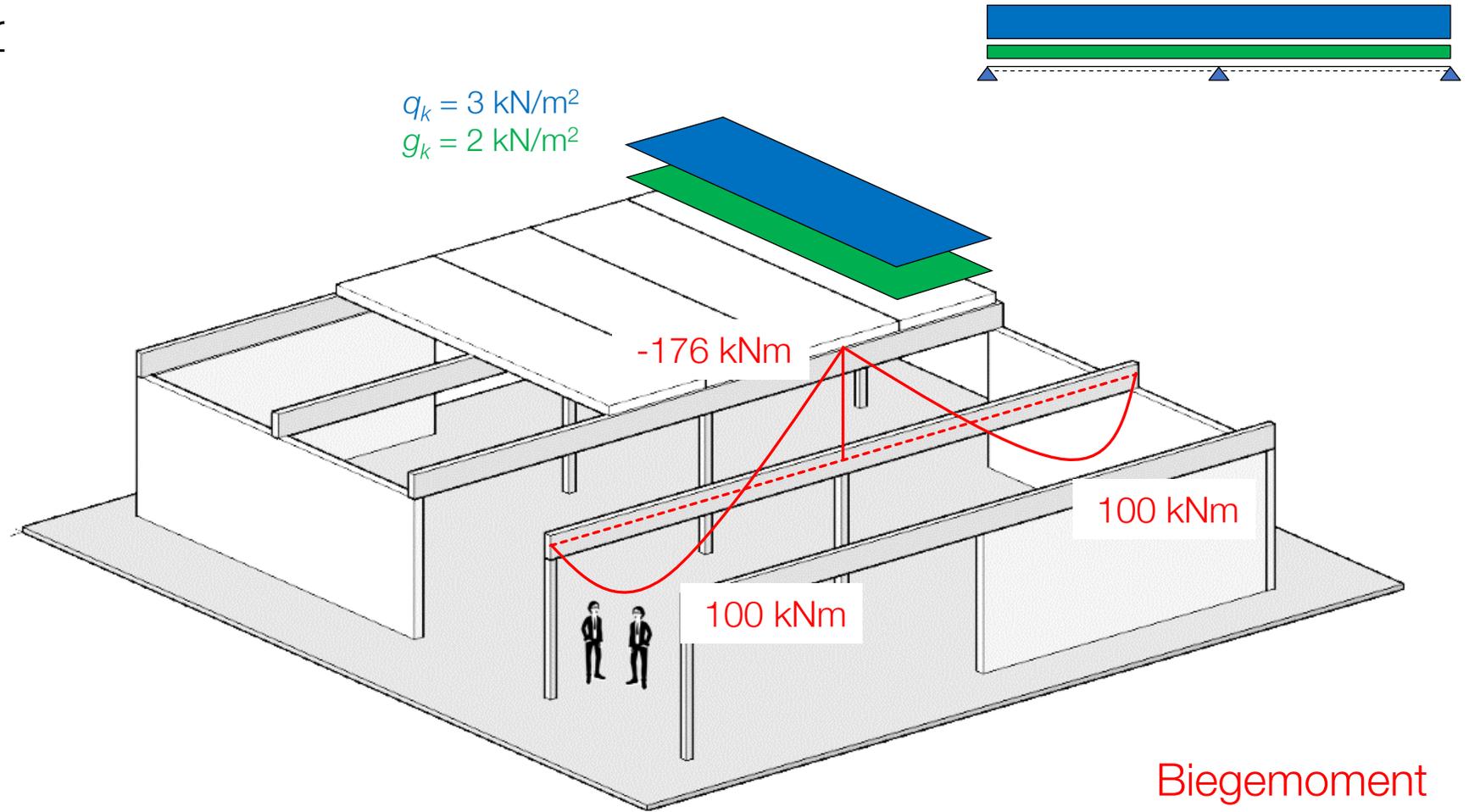
## Mehrfeldträger



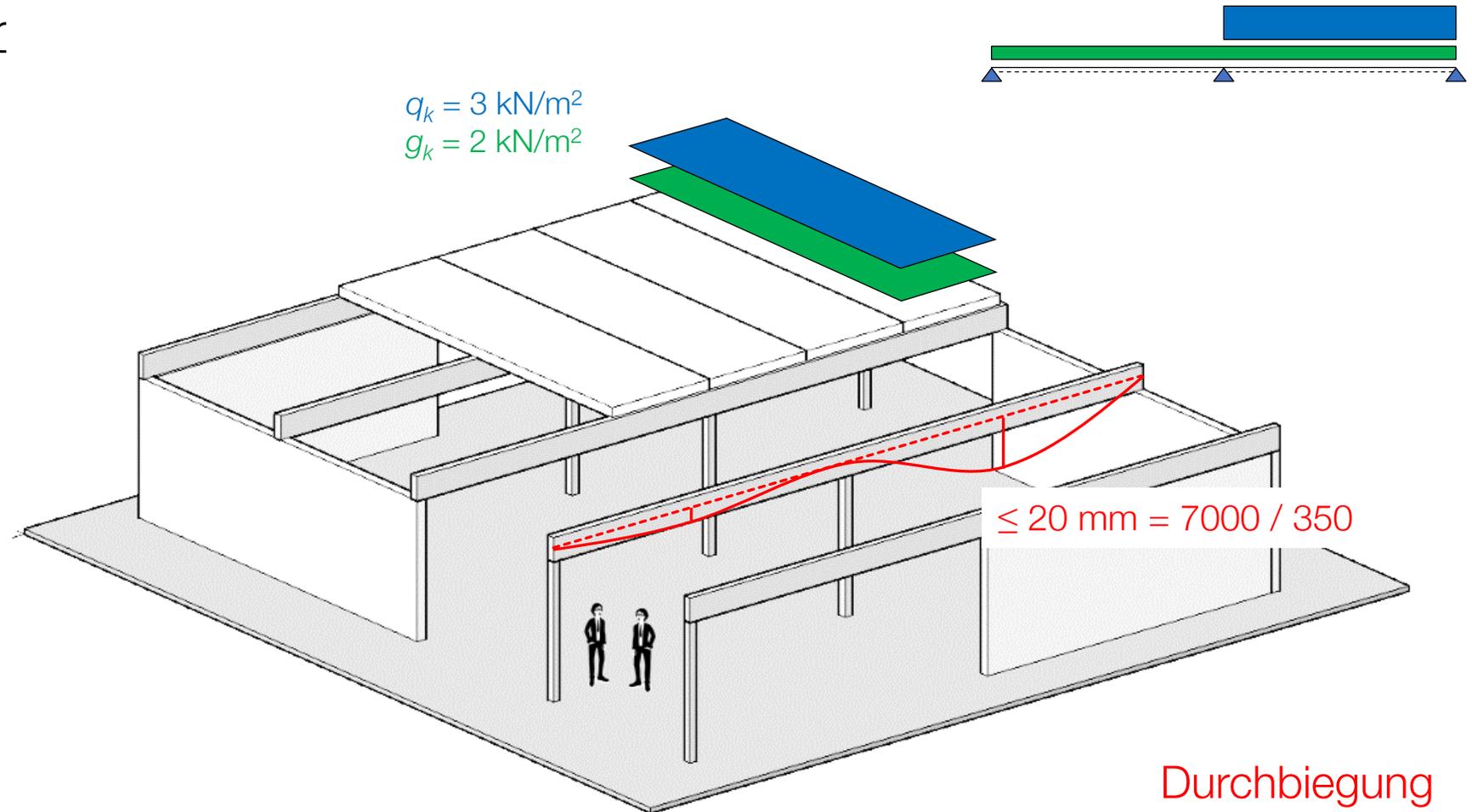
# Mehrfeldträger



Mehrfeldträger



## Mehrfeldträger



Mehrfeldträger

Massgebender Nachweis und Querschnittshöhe		
	GL28k	GL48k
Schub	660 mm	300 mm
Biegung	600 mm	460 mm
SLS	530 mm	490 mm

**b = 160 mm**

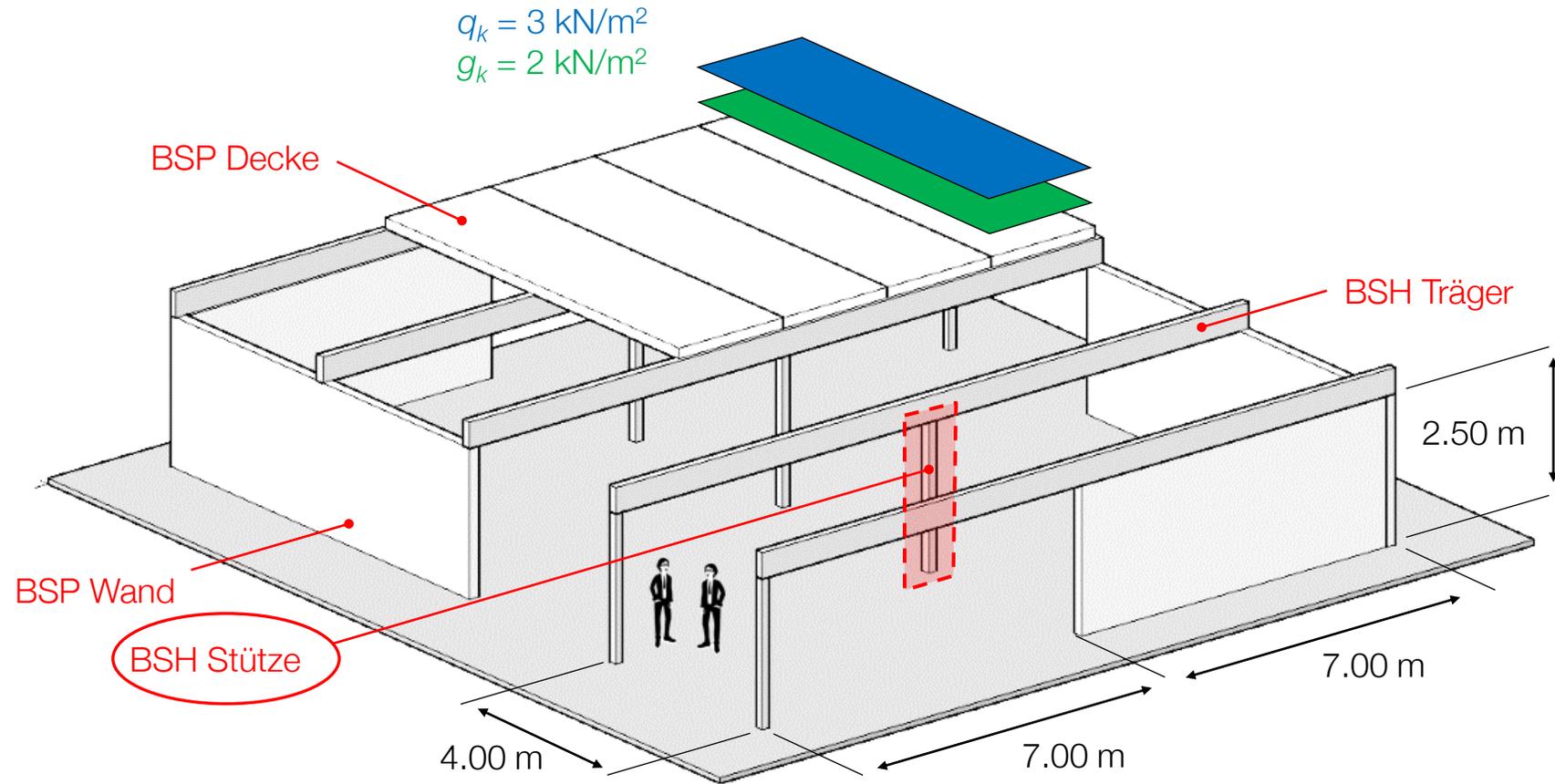


100%

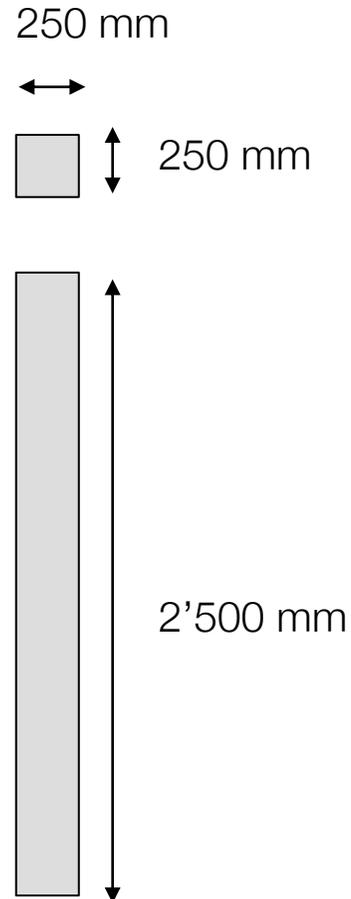


75%

# Stützen



## Stützen



		<b>Nadelholz GL28h</b>	<b>Buche GL48h</b>	<b>Schleuder- beton</b>
$a$	mm	250	250	250
$L$	mm	2'500	2'500	2'500
$f_{c,0,d}$	N/mm <sup>2</sup>	18.7	32.0	C75/90
$E_{0,05}$	N/mm <sup>2</sup>	10'200	13'200	...
$\lambda_{rel}$	-	0.56	0.71	...
$k$	-	0.67	0.77	...
$k_c$	-	0.96	0.93	...
<b><math>F_{Rd}</math></b>	<b>kN</b>	<b>1020</b>	<b>1900</b>	<b>1855+</b>

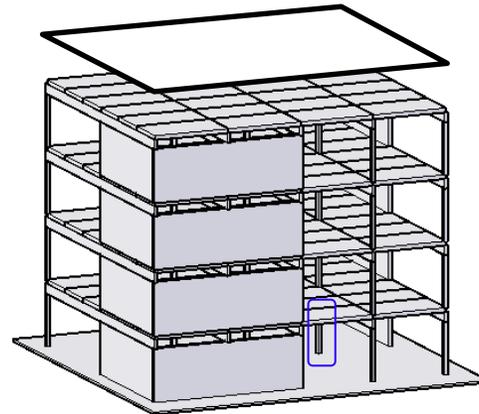
+ 90%

≈

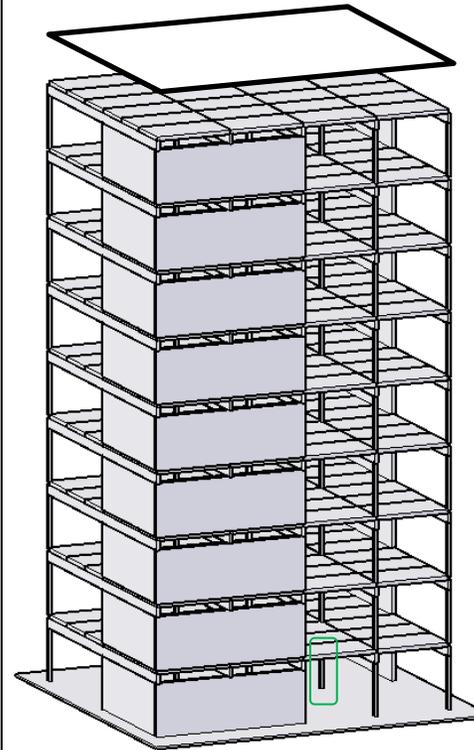
Stützen

Schneelast: Standort Zürich

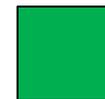
4 Geschosse



250 × 250 mm<sup>2</sup> (GL28h)



8 Geschosse



250 × 250 mm<sup>2</sup> (GL48h)

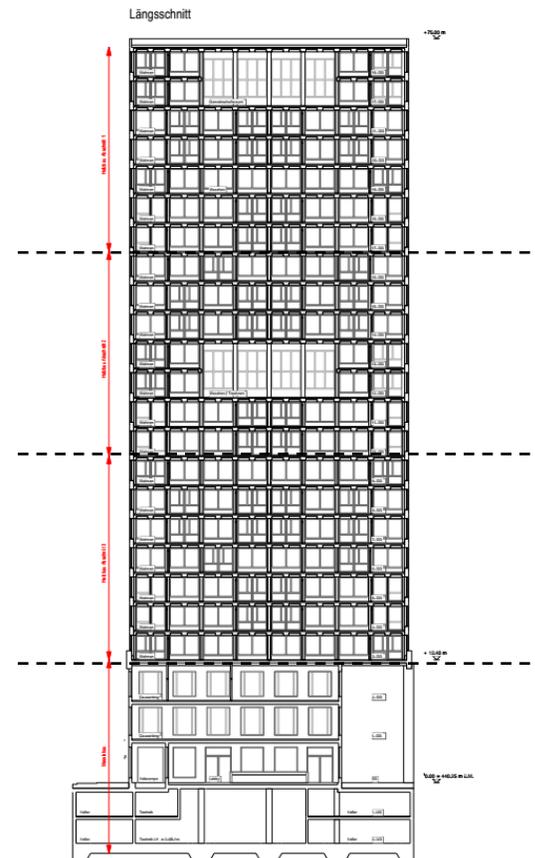


320 × 320 mm<sup>2</sup> (GL28h) +107%

Beispiel – Grosspeter Clime, Basel



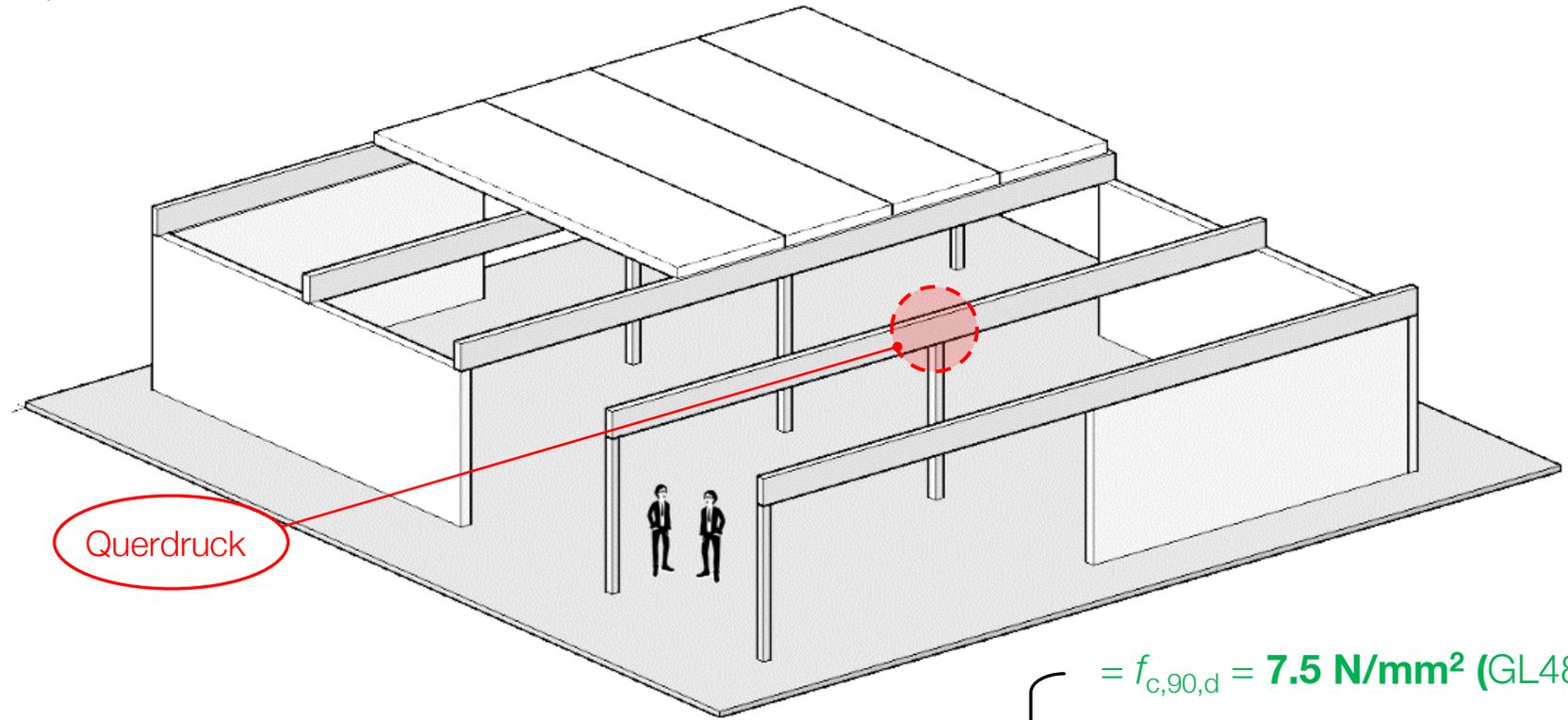
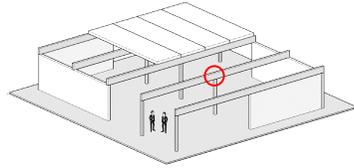
## Beispiel – Zwhatt, Regensdorf



Stabbuche GL48h ...  
Abstufung der Stützenquerschnitte  
280x280 – 400x400

Massivbau

## Querdruck

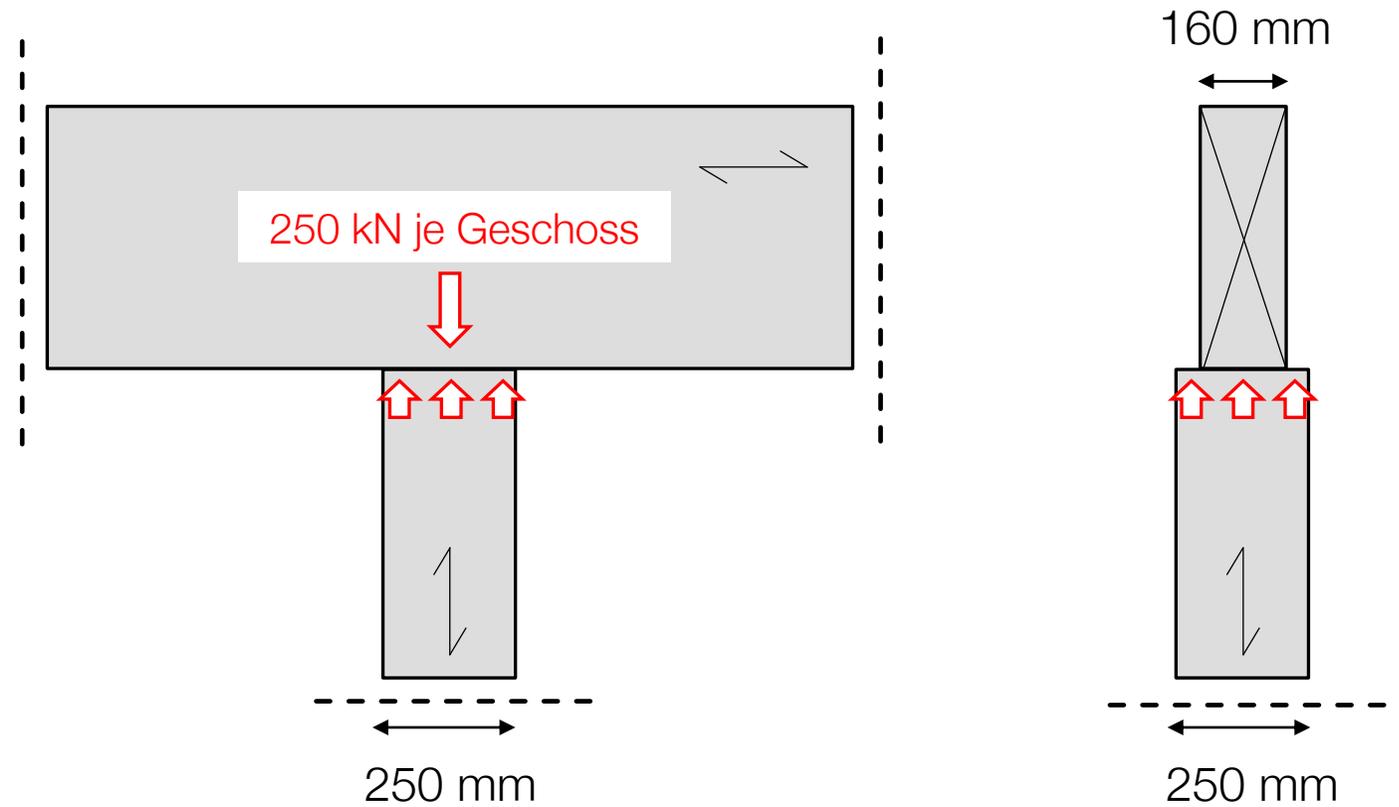
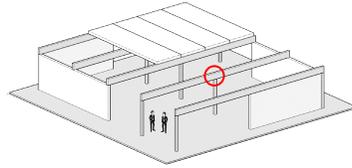


$$\sigma_{c,90} = 250 \text{ kN} \times 10^3 / (250 \text{ mm} \times 160 \text{ mm}) = \mathbf{6.3 \text{ N/mm}^2}$$

$$= f_{c,90,d} = \mathbf{7.5 \text{ N/mm}^2} \text{ (GL48h)}$$

$$> f_{c,90,d} = \mathbf{2.7 \text{ N/mm}^2} \text{ (GL28h)}$$

## Querdruck



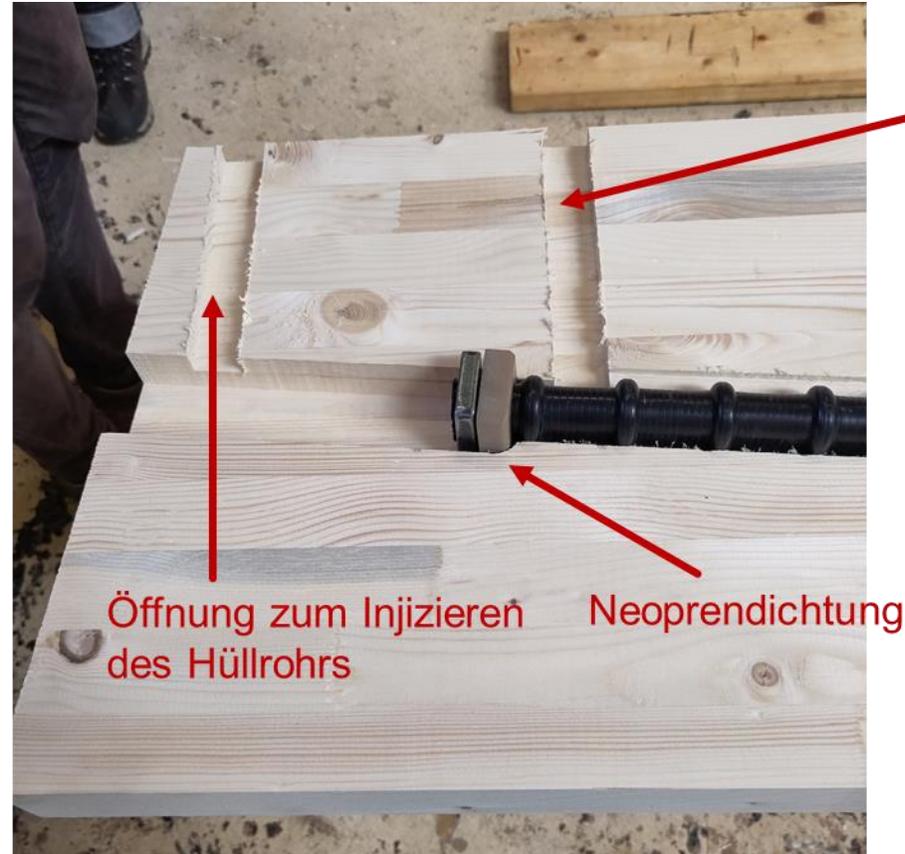
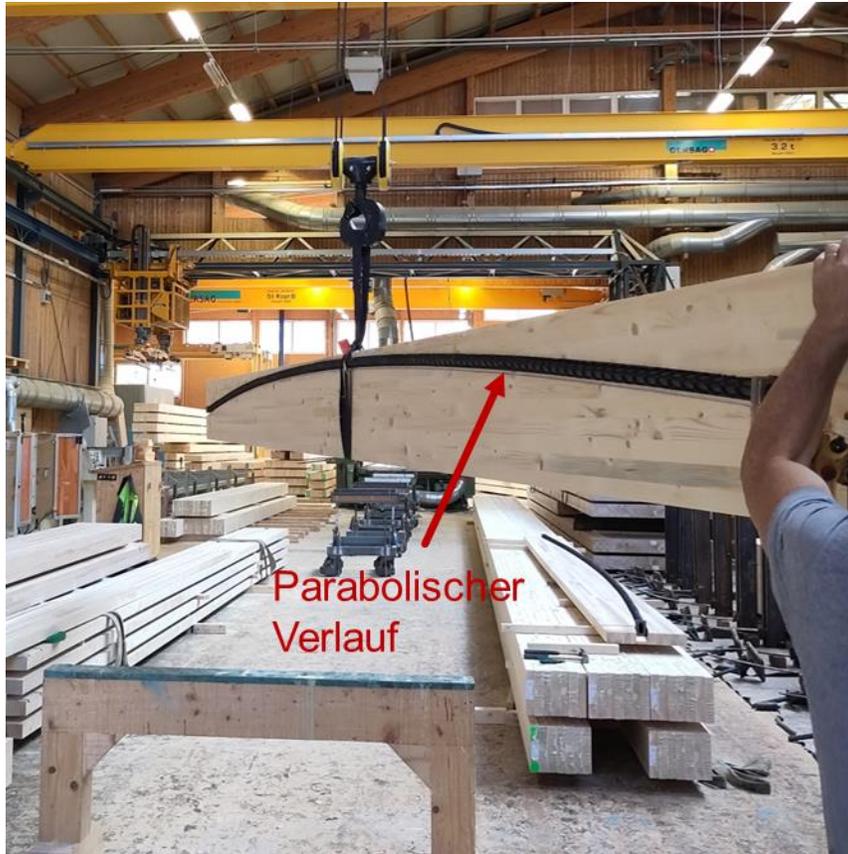
$$\sigma_{c,90} = 250 \text{ kN} \times 10^3 / (250 \text{ mm} \times 160 \text{ mm}) = \mathbf{6.3 \text{ N/mm}^2}$$

$\left. \begin{array}{l} = f_{c,90,d} = \mathbf{7.5 \text{ N/mm}^2} \text{ (GL48h)} \\ > f_{c,90,d} = \mathbf{2.7 \text{ N/mm}^2} \text{ (GL28h)} \end{array} \right\}$

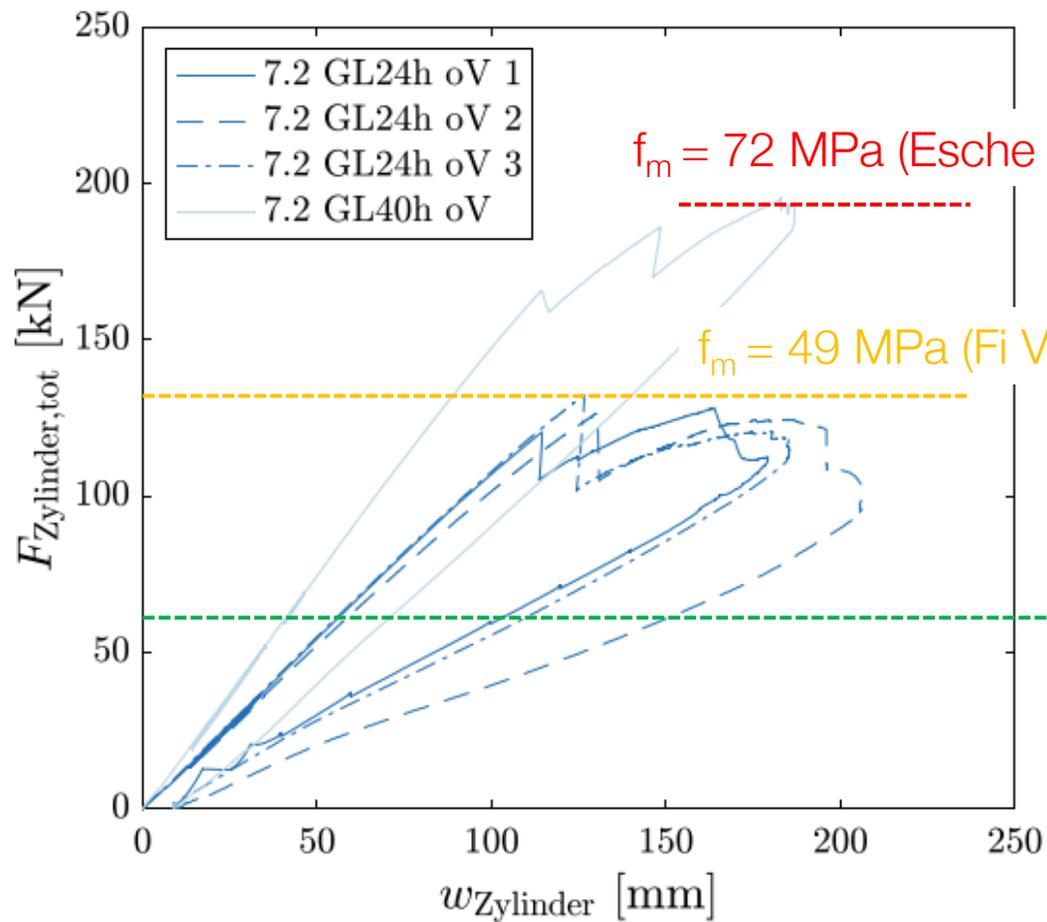
## Weitere Bauteile / Strukturen

- Fachwerke
- Innovative Deckensysteme
- ...
- Vorgespannte Träger

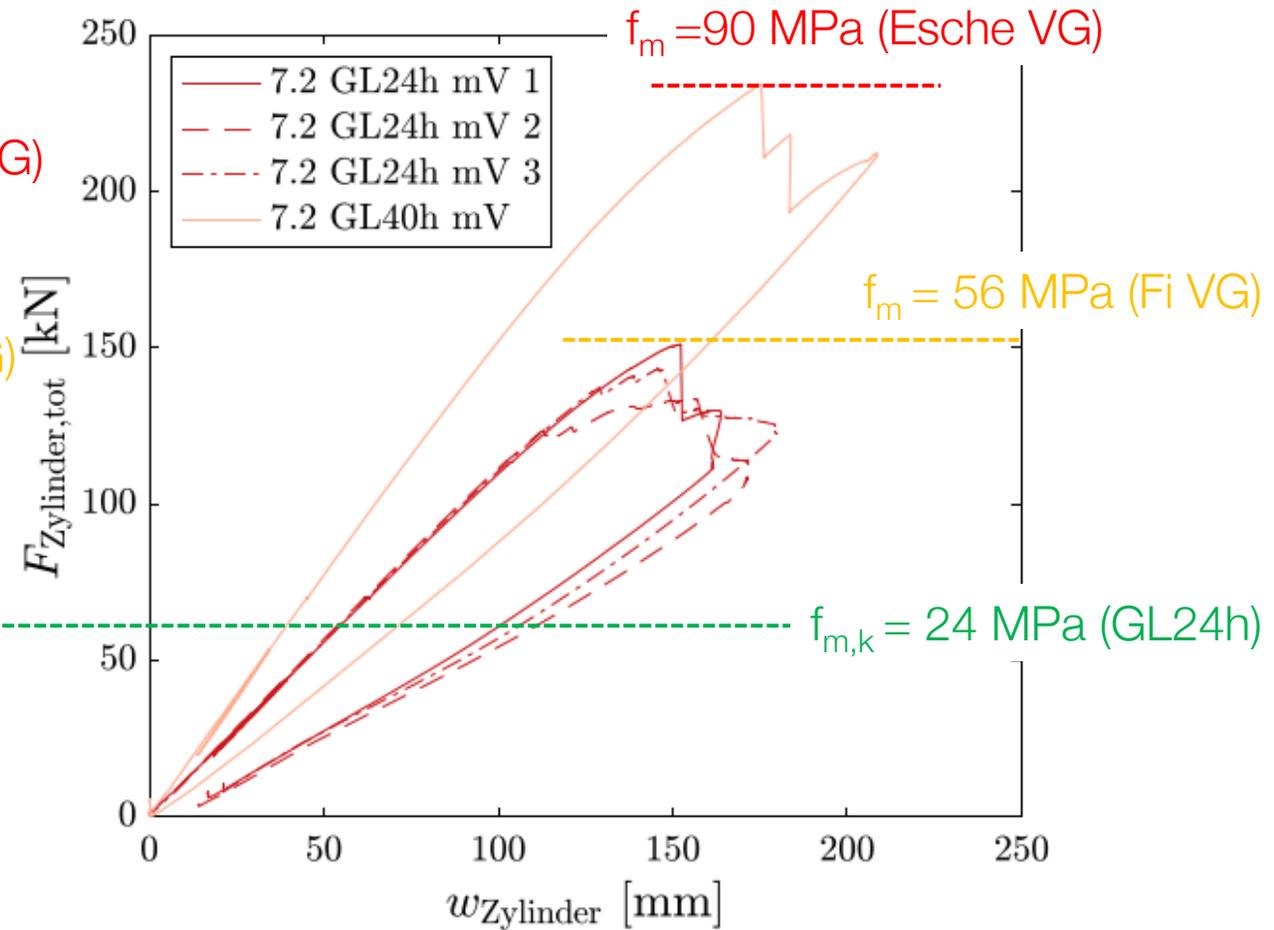
## Vorgespannte Träger



## Vorgespannte Träger

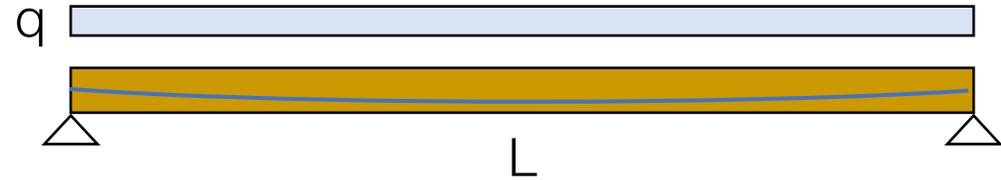


**Bruchverhalten ohne Verbund**



**mit Verbund**

## Einfeldträger



### GZT / Biegespannungen

$$\sigma_m = \frac{M}{W} \rightarrow f_{m,d} \cdot h^2 \geq \frac{6 \cdot M}{b}$$

GZT		GL28h	BU-GL48h	BU-GL48h*
$f_{m,d}$	N/mm <sup>2</sup>	18.7	32	40.0
	%	100	171	214
h	mm	600	458	410
	%	100	76	68

### GZG / Durchbiegung

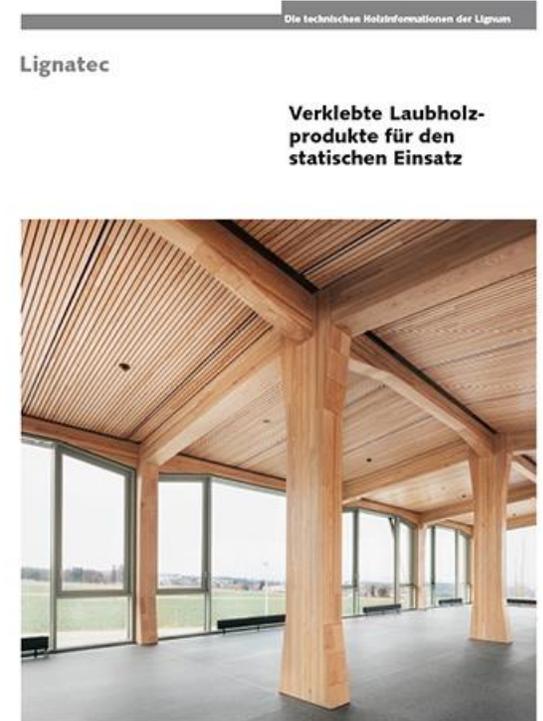
$$w = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{EI} \rightarrow E_{0,mean} \cdot h^3 \geq X \cdot \frac{q \cdot L^3}{b}$$

GZG		GL28h	BU-GL48h	BU-GL48h*
$E_{0,mean}$	N/mm <sup>2</sup>	12600	15400	18480
	%	100	122	147
h	mm	600	562	419
	%	100	94	70

...was benötigt es, um das  
vorhandene Potential zu heben?

## Notwendig

- Hersteller
- Abgesicherte Produkteigenschaften / Materialkennwerte
- (Normierung)
- ...
- Kenntnis und Bereitschaft von Architektinnen und Ingenieurinnen mit Überzeugungskraft gegenüber den Bauherren



Herzlichen Dank!